8

الثغرات في المعارف والمقترحات من أجل العمل اللاحق

توجد أدلة كافية من تسجيلات الرصد والتوقعات الاحتمالية المتعلقة بالمناخ على أن موارد المياه العذبة مهددة ويمكن أن تتأثر تأثُّراً شديداً بتغيُّر المناخ. بيد أن القدرة على تحديد كمية التغيرات المستقبلية في المتغيرات الهيدرولوجية وآثارها على النظم والقطاعات محدودة بعدم اليقين في جميع مراحل عملية التقديرات. وينشأ عدم اليقين عن مدى سيناريوهات التنمية الاجتماعية - الاقتصادية ومدة التوقعات النموذجية المناخية لسيناريو معين، وتخفيض نطاق التأثيرات المناخية إلى نطاقات محلية/إقليمية وتقديرات الآثار وبيانات التغذية المرتدة من أنشطة التكيُّف والتخفيف من الآثار. وحالات القصور في عمليات الرصد والفهم تقيِّد قدرتنا الراهنة على تخفيض حالات عدم اليقين. ويتعين على صنع القرار أن يعمل في سياق عدم اليقين هذا. ومازالت الأساليب الفعالة لتقدير المخاطر، القائمة على حالات عدم اليقين، في مرحلة مبكرة من تطورها.

إن القدرة على التخفيف من آثار تغيُّر المناخ والتكيُّف معها محدودة بمدى توافر التكنولوجيات المناسبة وإمكانية مواصلة استخدامها من الناحية الاقتصادية، والعمليات التعاونية النشطة من أجل صنع القرار بين أصحاب المصلحة والشأن المتعددين، والمعايير الإدارية. كما أن معرفة التكاليف والمنافع (بما فيها الأضرار التي يتم تفاديها)، المرتبطة بخيارات محددة، غير متوفرة إلا فيما ندر. وتتطلب الإستراتيجيات الإدارية التي تتكيف مع تغيُّر المناخ شبكة رصد وافية لتزويدها بالمعلومات. وليس هناك سوى فهم محدود للأطر القانونية والمؤسسية وإحصاءات الطلبات الضرورية لتوجيه عملية التكيّف بإدراجها ضمن خطط التنمية لتخفيض حالات التعرض للمخاطر المتصلة بالمياه، وللقنوات المناسبة لتدفق الأموال إلى قطاع المياه من أجل الاستثمار في التكيُّف.

ويشير هذا القسم إلى عدة ثغرات رئيسية في المعارف المتعلقة بهذه الاحتياجات.

8.1 الاحتياجات في مجال الرصد

هناك حاجة ماسة إلى تحسين بيانات الرصد وإمكان الحصول عليها لتحسين فهم التغيُّرات الجارية وتقييد إسقاطات النماذج بشكل أفضل، وذلك لأن بيانات الرصد متطلب أساسي لإدارة التكيُّف اللازمة في ظروف تغيُّر المناخ. ويعتمد تقدم المعارف على تحسين توافر البيانات. ويحدث حالياً تقليص لبعض شبكات الرصد. وقد لا يكشف قصور التسجيلات النسبي عن المدى الكامل للتقلبية الطبيعية، وقد يربك الدراسات المتعلقة بالكشف، في حين أن استعادة صورة الأوضاع الطويلة الأجل يمكن أن تضع آخر الاتجاهات والأحداث المتطرفة في سياق أوسع. وقد حُدِّدت أهم الثغرات في رصدات تغيُّر المناخ المتصلة بدورة المياه العذبة والدورة الهيدرولوجية على النحو التالي [الفريق العامل الأول، WG I، الملخص الفني 6؛ و3.8 WG II]:

- مازالت الصعوبات في قياس الهطول مجال اهتمام في التحديد الكمي لاتجاهاته العالمية والإقليمية. ولاتزال قياسات الهطول فوق المحيطات (من السواتل) في مرحلة تطور. وهناك حاجة إلى ضمان مراقبة ساتلية مستمرة، وإعداد إحصاءات موثوقة لبيانات الهطول الاستدلالية. [3.3.3، WG I و 3.3.4]
- وقد تتاح فرص لإنقاذ البيانات المتعلقة بتدفق الأنهار في بعض المناطق. وينبغي النظر في إمكانية بناء شبكات رصد جديدة في الأماكن التي لا توجد فيها رصدات. [WG I 3.3.4]
- وتفتقر المياه الجوفية إلى مراقبة جيدة، كما تفتقر عملية استنفادها وتجددها إلى نمذجة جيدة في عدة مناطق. [WG I 3.3.4]
- وثمة حاجة إلى بيانات المراقبة المتعلقة بجودة المياه واستخدامها وانتقال الرسوب.
- ولا يوجد حصر كامل للبيانات المتعلقة بالثلج والجليد والأرض المتجمدة. ومراقبة التغيُّرات موزعة توزيعاً غير متكافئ في المكان والزمان على السواء. وهناك افتقار عام إلى بيانات من نصف الكرة الأرضية الجنوبي. [WG I، الملخص الفني 6.2، و 4.2.2، و 4.3]
- وثمة حاجة إلى مزيد من المعلومات عن استجابات التبخر - النتح النباتي لمجمل تأثيرات زيادة ثاني أكسيد الكربون الجوي وارتفاع درجة الحرارة وزيادة تركيز تبخر الماء الجوي، وذلك لتحسين فهم العلاقة بين تأثيرات إثراء ثاني أكسيد الكربون الجوي المباشرة والتغيرات في الدورة الهيدرولوجية. [WG I 7.2]
- ويمكن أن تكون هناك أهمية لتوكيد الجودة ومواءمة مجموعات البيانات والمعايرة الدولية للأساليب والإجراءات في الحالات التي تحافظ فيها مختلف الوكالات والبلدان إلخ على المراقبة داخل منطقة واحدة أو مستجمع من مستجمعات المياه.

8.2 فهم الإسقاطات المناخية وتأثيراتها

8.2.1 فهم تغيُّر المناخ وإسقاطاته

إن أهم حالات عدم اليقين في فهم ونمذجة التغيرات المناخية المتعلقة بالدورة الهيدرولوجية تشمل ما يلي [التقرير التجميعي SYR؛ WG I، الملخص الفني 6]:

- لا يوجد تحديد كمي شامل ولا فهم كامل للتغيرات في عدد من المؤثرات الإشعاعية المناخية (مثلاً الهباء الجوي وتأثيراته على خصائص السحب، والميثان، والأوزون، والبخار المائي الستراتوسفيري، وتغيُّر استخدام الأراضي، والتغيرات الشمسية الماضية).
- وتؤدي حالات عدم اليقين في التأثير الإشعاعي، بالإضافة إلى عدم اليقين في العمليات الجارية ورصداتها، إلى الحد من الثقة في عزو بعض ظواهر تغير المناخ المرصودة إلى عمليات بشرية المنشأ أو إلى عمليات طبيعية. وتزداد صعوبة عزو هذه الظواهر إلى مسبباتها الفعلية عندما يتعلق الأمر بنطاقات مكانية وزمانية أصغر، كما إن الثقة فيما يتعلق بفهم تغيَّرات الهطول أقل مما في حالة درجة الحرارة. وهناك دراسات قليلة جداً فيما يتعلق بعزو هذه الظواهر لأسبابها الفعلية، لاسيما بالنسبة إلى التغيُّرات في الأحداث المتطرفة.
- أما عدم اليقين في نمذجة بعض أشكال تقلبية المناخ وتوزيع

- الهطول بين الأحداث الثقيلة والخفيفة، فلايزال كبيراً. وفي عدة مناطق، تتفاوت إسقاطات التغيُّرات فيما يتعلق بالهطول المتوسط تفاوتاً كبيراً بين النماذج، حتى في علامة التغيُّر. ولابد من تحسين فهم مصادر عدم اليقين.
- وفي عديد من المناطق، التي يتم فيها تحديد نطاقات مكانية دقيقة بطريقة طوبوغرافية، توجد معلومات غير كافية عن الطريقة التي سيُعبَّر بها عن تغيُّر المناخ في تلك النطاقات.
- ولاتزال النماذج المناخية محدودة بالاستبانة الفضائية وحجم المجموعات التي يمكن تحقيقها بالإمكانات الحاسوبية الراهنة، ومحدودة أيضاً بالحاجة إلى إدخال بعض العمليات الإضافية، وبحالات عدم اليقين الكبيرة في نمذجة تغذيات مرتدة معينة (مثلاً من السحب ودورة الكربون).
- وتؤدي المعارف المحدودة المتعلقة بالعمليات المتصلة بالصفيحة الجليدية والجرف الجليدي إلى حالات عدم يقين بمقدار غير محدد فيما يتعلق بالتوقعات الخاصة برصيد كتل الصفيحة الجليدية في المستقبل، مما يؤدي بدوره إلى عدم اليقين بشأن الإسقاطات المتعلقة بارتفاع مستوى سطح البحر.

8.2.2 التأثيرات المتصلة بالمياه [WG II 3.5.1 و 3.8]

- نظراً لحالات عدم اليقين المذكورة آنفاً، يلزم اعتماد نُهج احتمالية لتمكين القائمين بإدارة موارد المياه من القيام بتحليلات للمخاطر التي ينطوي عليها تغيُّر المناخ. ويجري استحداث تقنيات لتصور توزيعات احتمالية لنتائج محددة. ويتطلب الأمر مواصلة تطوير هذه البحوث والتقنيات اللازمة لإيصال النتائج وتطبيقها في أوساط المستخدمين.
- ويلزم أيضاً مواصلة العمل على كشف التغيُّرات الهيدرولوجية الحالية وتحديد مسبباتها الفعلية، ولاسيما التغيرات في موارد المياه وفي وقوع الأحداث المتطرفة. وفي إطار هذا الجهد، يلزم وضع مؤشرات لآثار تغيُّر المناخ على المياه العذبة، واستحداث نظم تشغيلية لمراقبتها.
- ولايزال هناك عدم اتساق نطاقي بين النماذج المناخية الواسعة النطاق ونطاق مستجمعات المياه، الذي يمثل أهم نطاق لإدارة المياه. ولهذا يستلزم الوضع نماذج مناخية عالية الاستبانة مع خصائص وتفاعلات أفضل لسطح الأرض، من أجل الحصول على معلومات أوثق صلة بإدارة المياه. ويمكن أن يسهم في ذلك تقليص النطاق إحصائياً ومادياً.
- وتشمل معظم دراسات أثر تغيُّر المناخ على الإجهاد المائي في البلدان تقدير الطلب والعرض على أساس سنوي. والتحليل على أساس شهري أو على أساس نطاق زمني باستبانة أعلى أمر مستصوب، لأن التغيرات في الأنماط الفصلية واحتمالية الأحداث المتطرفة قد تعوِّض التأثير الإيجابي لزيادة توافر موارد المياه.
- وأثر تغيُّر المناخ على الثلج والجليد والأرض المتجمدة بوصفها متغيرات تخزين حساسة في الدورة المائية هو أثر غير خطي للغاية، ويقتضي الأمر نمذجة أكثر توجهاً إلى الخصائص المادية والعمليات، بالإضافة إلى تخفيض النطاق الجوي بشكل محدد. ويُفتقر إلى معرفة تفصيلية بخصوص تغيُّرات الجريان التي تسببها الأنهار الجليدية المتغيرة، والغطاء الثلجي المتغير، وتحول الأمطار إلى ثلوج، والأرض المتجمدة في المناطق المناخية المختلفة.
- وتوجد حاجة إلى تحسين الأساليب التي تساعد على تقدير تأثيرات تقلبية المناخ المتغيرة على موارد مياه الشرب. وعلى وجه التحديد، هناك حاجة إلى إعداد مجموعات بيانات على نطاق محلي، ونماذج مستجمعات مياه مطرية بسيطة متصلة بالمناخ ومحوسبة، وذلك لمساعدة القائمين بإدارة المياه على تقدير الآثار وتقييم أداء ومرونة نظم الإدارة، نظراً لمدى عدم اليقين المحيط بالتوقعات الاحتمالية المناخية المستقبلية.
- وينبغي إجراء تحليل أكثر إفاضة للتأثير التفاعلي بين استخدام الأراضي وتغيُّر المناخ (بما في ذلك تغيُّر النباتات والنشاط البشري المنشأ مثل الري وبناء الخزانات)، مثلاً عن طريق اقتران نمذجة المناخ واستخدام الأراضي.
- وثمة حاجة إلى تحسين تقدير نتائج السياسات المناخية المختلفة المتصلة بالمياه، وإلى سبل تحسين التنمية.
- إن فهم تأثيرات تغيُّر المناخ على جودة المياه ضعيف بالنسبة للبلدان النامية والمتقدمة على السواء، خاصة فيما يتعلق بآثار الأحداث المتطرفة.
- والنتائج المتاحة قليلة نسبياً فيما يخص الجوانب الاجتماعية - الاقتصادية لتأثيرات تغيُّر المناخ المتصلة بموارد المياه، بما فيها تأثيرات تغيُّر المناخ على طلب المياه.
- وليس هناك فهم واف لتأثيرات تغيُّر المناخ على النظم الإيكولوجية المائية (ولا يقتصر هذا على درجات الحرارة، بل يشمل كذلك نظم التدفق، ومستويات المياه، والغطاء الثلجي).
- وعلى الرغم من أهمية المياه الجوفية، فإنها لم تجد اهتماماً إلا بقدر ضئيل في تقدير تأثير تغيُّر المناخ مقارنة بموارد المياه السطحية.

8.3 التكيُّف والتخفيف

- من الواضح أن إدارة موارد المياه تؤثر على عدة مجالات أخرى متعلقة بالسياسات (مثلاً توقعات الطاقة، واستخدام الأراضي، والأمن الغذائي، والمحافظة على الطبيعة. وليست هناك أدوات وافية متاحة لتيسير تقييم خيارات التكيُّف والتخفيف للقطاعات المتعددة المتصلة بالمياه، بما في ذلك اعتماد تكنولوجيات وممارسات فعالة للمياه.
- وفي غياب توقعات موثوقة للتغيُّرات المستقبلية فيما يتعلق بالمتغيرات الهيدرولوجية، فإن عمليات وأساليب التكيُّف التي يمكن تنفيذها بشكل مفيد، حتى في غياب التوقعات الدقيقة، مثل تحسين الكفاءة في استخدام المياه وإدارة الطلب على المياه، تتيح خيارات فعالة للتصدي لتغيُّر المناخ. [WG II 3.8]
- التنوع الأحيائي: تحديد الاحتياجات من موارد المياه من أجل المحافظة على القيم والخدمات البيئية، ولاسيما المتصلة بالنظم الإيكولوجية في الدلتا والأراضي الرطبة والتدفق النهري الداخلي بقدر كاف.
- احتجاز الكربون وتخزينه: توجد حاجة إلى فهم أفضل لعمليات الارتشاح نظراً لتدهور جودة المياه الجوفية المحتمل. ويتطلب هذا الأمر تحسين القدرة على مراقبة سلوك ثاني أكسيد الكربون المخزون في الطبقات الجيولوجية والتحقق من هذا السلوك. [احتجاز الكربون وتخزينه ccc، الملخص الفني، الفصل 10]

- الطاقة الكهربائية المائية/ بناء الخزانات: لابد من نهج متكامل نظراً لتنوع المصالح (مراقبة الأغذية، والطاقة الكهربائية المائية، والري، وإمدادات المياه الحضرية، والنظم الإيكولوجية، ومصائد الأسماك، والملاحة)، وذلك للت وصل إلى حلول مستدامة. ولابد من إجراء تقدير لانبعاثات الميثان، كما يجب تقييم الأثر الصافي على ميزانية الكربون في المنطقة المتأثرة.
- الطاقة الأحيائية: يلزم إنعام النظر في الطلب على المياه وآثاره، فيما يخص احتياجات الزراعة الواسعة النطاق المتعلقة بمحاصيل الطاقة الأحيائية التجارية. [WG III 4.3.3.3]
- الزراعة: لابد من فهم أفضل للتأثيرات الصافية الناجمة عن زيادة فعالية الري على ميزانية غازات الدفيئة (تخزين الكربون بكميات أكبر في التربة عن طريق تحسين الغلات والعوائد المتبقية، وتعويضه بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من نظم الطاقة لتوفير المياه، أو بانبعاثات أكسيد النتروز من الرطوبة المرتفعة ومدخلات الأسمدة. [WG III 8.4.1.1]
- الغابات: هناك حاجة إلى فهم أفضل لتأثيرات التشجير المكثَّف على العمليات التي تشكل الدورة الهيدرولوجية، مثل هطول الأمطار، والتبخر النتحي، والجريان، والترشيح وتجدد المياه الجوفية. [WG III 9.7.3]
- مياه البواليع وإعادة استخدام المياه: يلزم نفاذ النظر في الانبعاثات من عمليات المعالجة اللامركزية، وعمليات تفريغ مياه البواليع غير المراقبة في البلدان النامية. ويجب فهم تأثير إعادة استخدام المياه بشكل مناسب على إستراتيجيات التخفيف والتكيُّف، وتحديد حجم هذا التأثير.